

Proyectos de **I+D+i**
2012-2014



**Metodología para la evaluación, análisis
y desarrollo de la intermodalidad
bicicleta – transporte público
en aglomeraciones urbanas: aplicación
al Área Metropolitana de Sevilla
(Bicicleta–TP)**

Universidad de Sevilla

Andalucía
se mueve con Europa



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Metodología para la evaluación, análisis y desarrollo de la intermodalidad bicicleta – transporte público en aglomeraciones urbanas: aplicación al Área Metropolitana de Sevilla (Bicicleta–TP)

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y
Vivienda. Junta de Andalucía. 2012

Universidad de Sevilla.

Sevilla. Fecha (04-12-2013)

1. Introducción y antecedentes.

1.1 Potencial de la intermodalidad bicicleta – transporte público en el marco de una política de movilidad urbana y metropolitana sostenible. Ejemplos.

El acuerdo del Protocolo de Kyoto, que entró en vigor en 2004, fijó un límite de emisiones para España del 15% sobre las emisiones de 1990, mientras que en la unión europea dicho límite está fijado en una reducción de un 8%. Actualmente, España se encuentra en un 21% de incremento sobre el año base, siendo el sector del transporte una de las principales fuentes emisoras. El sector transporte es, asimismo, el sector cuya contribución a la emisión de gases de efecto invernadero más ha crecido desde 1990, con un incremento porcentual del 80% en 2007 y 47% hasta el 2011. Analizando esta contribución del sector transporte por subsectores, los estudios señalan al transporte por carretera como el mayor contribuyente al calentamiento global desde finales del XIX.

Aparte de las consecuencias derivadas de la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, el transporte genera otra serie efectos adversos. Estas externalidades (contaminación, accidentalidad y congestión, ocupación excesiva del espacio urbano, etc...) suponen actualmente un 8% del Producto interior bruto y se prevé que suban hasta el 12% para el año 2012. El tráfico en las ciudades genera el 80% del ruido, mientras que los accidentes de tráfico produjeron en 2010 un total de 2.532 víctimas mortales. Toda esta cantidad de vehículos absorbe además una enorme cantidad de espacio urbano, destinado a su circulación y aparcamiento.

La dispersión urbana es uno de los principales causantes del aumento de la demanda de movilidad privada en las zonas metropolitanas. La expansión urbana con baja densidad de población incentiva el uso del transporte privado por ineficiencia del transporte público, lo que a su vez induce a un uso masivo del automóvil ante la falta de un entorno adecuado para la movilidad a pie o en bicicleta. En España, este patrón se ha reflejado en el nivel de motorización, que en los últimos 15 años ha crecido de 350 a 550 automóviles por cada mil habitantes, con un nivel de ocupación medio de sólo 1,2 personas por automóvil.

En este contexto tanto el Ministerio de Fomento a través del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) como la Junta de Andalucía, a través del Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía (PISTA), han considerado prioritario el desarrollo de políticas de intermodalidad en ámbitos urbanos y metropolitanos, entre las que la intermodalidad bicicleta – transporte público (bicicleta–TP) puede jugar, como veremos, un papel muy importante.

En el contexto europeo, el reto de combatir el efecto invernadero mediante la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, ha llevado a la Unión Europea a formular objetivos cada vez más ambiciosos. Así, la Unión Europea se ha planteado como objetivo reducir en un 80% (respecto de 1990) sus emisiones globales de gases de efecto invernadero. Para el sector transporte ello implica una reducción de dichas emisiones de entre el 54 y el 67% en el horizonte 2050.

La promoción de la movilidad en bicicleta puede contribuir en gran manera a la consecución de estos objetivos. De hecho, se calcula que si los niveles de uso de la bicicleta se incrementaran en toda Europa hasta alcanzar los actuales niveles de Dinamarca, ello contribuiría en una proporción de entre el 12% y el 26% al objetivo de la Unión Europea para el sector transporte.

Las potencialidades de la bicicleta como modo de transporte en los ámbitos urbano y metropolitano se derivan, en primer lugar, de su superior eficacia respecto del transporte motorizado para desplazamientos inferiores a 5 kilómetros (que constituyen el 50% de los desplazamientos en automóvil en la UE–15) y de su relativa competitividad para distancias incluso superiores (hasta 8 kilómetros o más); y en segundo lugar de sus posibilidades de combinación con los diferentes modos de transporte público.

Obviamente, ambas potencialidades están relacionadas entre sí. La superioridad de la bicicleta sobre otros modos de transporte para distancias inferiores a 5 kilómetros la hace especialmente apropiada para desplazamientos de primer y último kilómetro, siempre que se disponga de una apropiada infraestructura en las estaciones y/o en los vehículos del transporte público. Esta potencialidad es especialmente significativa en zonas de baja densidad de población, como las que forman las conurbaciones de las grandes Áreas Metropolitanas andaluzas. Las dificultades para dotar a dichas zonas de un transporte público eficaz y competitivo con el automóvil privado son evidentes, estando relacionadas con la escasa población servida por cada estación del transporte público. Las soluciones del tipo “*park and ride*”, a veces invocadas para paliar este inconveniente, son costosas en espacio y en costes financieros, y a menudo chocan con la incomprensión de los usuarios, que no entienden por qué han de aparcar un vehículo diseñado para recorrer grandes distancias tan lejos de su destino final. En cambio, la bicicleta ofrece mucha mayor flexibilidad y eficacia (en términos de coste y espacio) a la hora de desarrollar políticas de intermodalidad con el transporte público, ya sea promoviendo políticas de “*bike and ride*” en las estaciones de origen y/o destino (en combinación o no con sistemas de bicicletas públicas), como facilitando el transporte de las bicicleta – “*bike on board*” – en los propios vehículos del transporte público.

El término “*bike-and-ride*” hace referencia a la sucesiva combinación de la bicicleta y el transporte público (TP) en los desplazamientos. La combinación sucesiva entre estos modos puede venir expresada de tres maneras, bicicleta→TP, TP→bicicleta y bicicleta→TP→bicicleta. En la última década, la intermodalidad bicicleta–transporte público ha cobrado gran interés como parte de la búsqueda de alternativas multimodales al automóvil privado. El interés de la intermodalidad bicicleta–TP reside en el potencial que presenta para resolver dos de los problemas claves asociados al transporte público: la accesibilidad de las estaciones y la reducción del número de transbordos.

En la actualidad, la promoción de la intermodalidad bicicleta–TP se considera una parte esencial de la planificación del tráfico ciclista. La bicicleta permite ampliar el radio de acción de una estación de transporte público (tradicionalmente entre 300 y 500 metros) hasta distancias que, teniendo en cuenta la potencialidad de la bicicleta ilustrada en la Figura 1, pueden variar entre 3 y 5 kilómetros. Esto supone multiplicar el radio de acción de cada estación por un factor del orden de 10. Sin embargo, en la medida en que dicho efecto actúa sobre un área o superficie determinada, el factor de reducción en el número de estaciones del transporte público necesarias para cubrir dicho área es del orden de $10^2=100$ (sic). Dicho de otro modo, si todos los usuarios del transporte público accedieran a las estaciones en bicicleta, se necesitan del orden de 100 veces menos estaciones para cubrir un área determinada, con la consecuente reducción en los tiempos de viaje, número de transbordos y número de líneas de transporte público necesarias para cubrir dicho área. Este efecto se ilustra en la Figura 1.

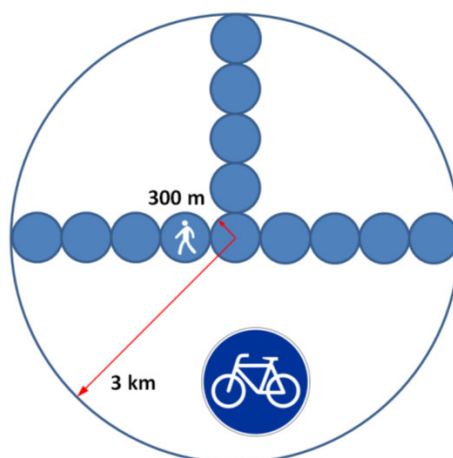


Fig 1: Efecto reductor de la intermodalidad bicicleta-TP sobre el número de estaciones necesario para cubrir un área dada. Fuente: elaboración propia.

Evidentemente, no tiene sentido pretender que todos los usuarios del transporte público utilicen la bicicleta para acceder a las estaciones. No obstante, ello no debe disuadir al planificador del uso de una herramienta tan eficaz para aumentar los usuarios potenciales del transporte público como es la intermodalidad bicicleta-TP. La mayoría de los análisis disponibles muestran que las medidas que promueven la intermodalidad bicicleta-TP generan sinergias positivas y un incremento tanto en los niveles de uso de la bicicleta como del transporte público.

La intermodalidad bicicleta-TP presenta cuatro aspectos o posibilidades que se refuerzan mutuamente:

1. Provisión de aparcamientos para bicicletas en las estaciones de origen o destino.
2. Facilidades para transportar las bicicletas en los vehículos del transporte público.
3. Préstamo de bicicletas en las estaciones del transporte público.
4. Accesibilidad de las estaciones del transporte público para los usuarios de la bicicleta.

Provisión de aparcamientos en las estaciones del transporte público de origen o destino (“*bike and ride*”).

Esta es, de lejos, la forma más generalizada de intermodalidad bicicleta-TP, probablemente por su bajo coste y facilidad de implementación. En muchos países del Norte de Europa los usuarios realizan su desplazamiento desde el hogar a su estación de origen en bicicleta, dejan allí sus bicicletas, y luego recogen otra bicicleta de su propiedad que “duerme” en el aparcamiento de su estación de destino. Por ejemplo, según datos del Ministerio Holandés de Transportes, en 2010 había 325.000 plazas en los



Imagen 1. Estación Central de Amsterdam.

aparcamientos de bicicletas de las estaciones ferroviarias de Holanda, estimándose en 180.000 las necesidades para 2020. Por la misma fecha había 76.196 plazas de parking en las estaciones ferroviaria danesas y 800.000 plazas en las estaciones de metro y cercanías de Tokio, entre las que destaca la estación de *Kasai Edowaga*, cuyo aparcamiento de bicicletas consta de un total de 32 pozos totalmente automatizados con capacidad para más de 200 bicicletas cada uno.

Facilidades para transportar las bicicletas en los vehículos del transporte público (“*bike on board*”).

Otra forma de promover la intermodalidad bicicleta-TP es promover el transporte de bicicletas en los vehículos del transporte público, ya sea en su interior, o mediante elementos exteriores, como “*racks*” en la parte delantera de los autobuses del servicio público.



Imagen 2. Vagón para bicicletas de la compañía de trenes S-Train de Copenhague.

Esta opción es la más usada en EEUU, Canadá y otros países de tradición anglosajona. El principal inconveniente de estos sistemas es su insuficiente capacidad en horas punta. Por dicha razón, los sistemas *"bike on board"* ofrecen menos capacidad y fiabilidad que los sistemas *"bike and ride"* descritos en el apartado anterior. Por ello, la tendencia en los países con mayor uso de la bicicleta es a favorecer a estos últimos en detrimento de los primeros. No obstante, los sistemas *"bike on board"* se siguen considerando todavía de interés en muchos países. Una razón adicional en favor de los sistemas *"bike on board"*

es que constituyen un primer paso hacia los sistemas *"bike and ride"*: muchos usuarios empiezan transportando sus bicicletas en los vehículos del TP y pasan luego a utilizar los sistemas *"bike and ride"*.

Préstamo de bicicletas en las estaciones del transporte público.



Imagen 3. Bicicletas OV-fiets en la estación de cercanías en Houten (Utrecht).

El préstamo de bicicletas en la estación de destino es un eficaz complemento en los sistemas *"bike and ride"*, que evita al usuario la necesidad de disponer de una "segunda bicicleta" en dicha estación. Tradicionalmente han existido sistemas de alquiler manual de bicicletas en muchas estaciones del Norte de Europa, en combinación muchas veces con consignas manuales. La compañía de ferrocarriles holandesa ofrece bicicletas de préstamo en todas sus estaciones, las *"OV-fiets"*, que se alquilan mediante la tarjeta de transporte.

La popularización de los sistemas de bicicletas públicas automatizados o de tercera generación en las grandes ciudades de todo el mundo (*"Velo a la Carte"* en Rennes, *"Velib"* en París, *"Bixi"* en Montreal, *"Bicing"* en Barcelona, *"Sevici"* en Sevilla, etc.) ha propiciado que en muchas ciudades se fomente la integración de los sistemas de bicicletas públicas con el sistema de transporte público, mediante tarifas especiales o sistemas de pago unificados. Así, el mayor sistema de bicicletas públicas del mundo en la actualidad, ubicado en la ciudad de china Huangzhou, con 60.000 bicicletas repartidas por 2.500 estaciones, es operado por la propia compañía local de transporte público. Alemania también ofrece sistemas de bicicletas públicas ligadas al transporte público que se alquilan usando el teléfono móvil (*"Call a Bikes"*).

Accesibilidad de las estaciones del transporte público para los usuarios de la bicicleta.

Un aspecto esencial de cualquier política de intermodalidad entre la bicicleta y el transporte público es la accesibilidad de la infraestructura a los propios ciclistas. Esta accesibilidad tiene dos aspectos esenciales:

- Coordinación con la red de vías ciclistas
- Accesibilidad dentro de la estación



Imagen 4. Estación central de ferrocarril de Múnich.

La mayoría de las redes de vías ciclistas en el mundo se diseñan de modo que den acceso a las principales estaciones del transporte público, en tanto que importantes puntos de generación y atracción de viajes. Otro aspecto fundamental a considerar es la accesibilidad de la infraestructura, de los servicios y de los propios vehículos del transporte público para los ciclistas. Escaleras, tornos, andenes, vehículos y, a veces, hasta los servicios de consigna o alquiler de bicicletas, a menudo resultan difícilmente accesibles para los propios ciclistas, lo que desincentiva su uso. Por

ello, es necesario cuidar el diseño interior de las estaciones, incluyendo rampas para bicicletas en las escaleras, dimensionando adecuadamente los tornos y los pasillos de maniobra en los aparcamientos, señalizando adecuadamente la situación y los accesos de los diferentes servicios, etc.

1.2 Antecedentes y oportunidades en el Área Metropolitana de Sevilla.

La elección del Área Metropolitana de Sevilla como caso de estudio en este Proyecto no es casual. El éxito de la red de carriles-bici en el Municipio de Sevilla ha convertido a la ciudad de Sevilla en un referente a escala mundial, con un crecimiento del número de desplazamientos en bicicleta en un día laborable tipo desde no más de 6.000 en 2006 a más de 70.000 en noviembre de 2011, lo que supone casi el 9% del total de desplazamientos en modo mecanizado y más del 5,5% de los desplazamientos totales, con un ahorro estimado en la emisión de gases de efecto invernadero de más de 8.000 toneladas equivalentes de dióxido de carbono. Este espectacular crecimiento, si bien limitado al municipio de Sevilla, puede actuar de catalizador de un proceso similar a escala metropolitana e incluso andaluza. Existen indicadores parciales que lo sugieren, como el hecho de que, incluso en ausencia de la infraestructura apropiada, se están detectando ya flujos importantes de tráfico ciclista entre Sevilla y las poblaciones más cercanas del Área Metropolitana, como San Juan de Aznalfarache o Camas. Existen asimismo experiencias exitosas de intermodalidad bicicleta-TP funcionando en la actualidad, como el servicio Bus+Bici de préstamo de bicicletas del Consorcio de Transportes Metropolitano del Área de Sevilla (CTMAS), en la estación de autobuses de Plaza de Armas (Sevilla), con más de 40.000 usos en 2011.

A esta intermodalidad habría que sumar, además:

- Los diferentes tipos de aparcamientos instalados en las diferentes estaciones del transporte público en el Área Metropolitana de Sevilla.
- Los usuarios que transportan sus bicicletas (plegables o no) en los diferentes modos de transporte público del Área Metropolitana de Sevilla: metro, cercanías y autobuses urbanos y metropolitanos.
- Los socios del sistema de bicicletas públicas SEVici que utilizan este servicio en conexión con el transporte público.

Todas estas modalidades de intermodalidad bicicleta-TP están todavía en una fase incipiente y no existen todavía estudios que permitan una cuantificación global del fenómeno. El sistema Bus+Bici, la más consolidada de todas ellas y la única de la que disponemos de datos de uso, solo cuenta en la actualidad (noviembre de 2012) con 172 bicicletas de préstamo en una sola estación (Plaza de Armas), que suelen agotarse a primera hora de la mañana.

El resto de las modalidades tanto del tipo *“bike and ride”* (uso de los aparcamientos en las estaciones metropolitanas del transporte público, uso de las estaciones de SEVici, etc...) como del tipo *“bike on board”* (transporte de bicicletas en metro y cercanías, uso de bicicletas plegables en combinación con el transporte público, etc.) están todavía por cuantificar.

Así pues, podemos afirmar que, pese al gran desarrollo experimentado por la movilidad en bicicleta en el municipio de Sevilla a lo largo de los últimos años, las diferentes formas de intermodalidad bicicleta-TP están todavía en un estado embrionario, y que no existen en la actualidad estudios que permitan una cuantificación global de este tipo de movilidad. El estado embrionario de la intermodalidad bicicleta-TP en el Área Metropolitana de Sevilla tiene mucho que ver con la inexistencia de una red de vías ciclistas a escala metropolitana, que es uno de los elementos clave de toda política de promoción de la intermodalidad bicicleta-TP. No obstante, es de prever que dicho inconveniente puede solventarse en breve, dados los planes existentes para crear dicha red en el marco del Plan Andaluz de la Bicicleta de la Consejería de Fomento de la Junta de Andalucía.

En consecuencia, estamos en el momento óptimo para iniciar estudios que permitan primero cuantificar, evaluar y analizar la intermodalidad bicicleta-TP en el conjunto del Área Metropolitana de Sevilla. Y a partir de dicho estudio hacer un análisis global de las oportunidades que se presentan para desarrollar este tipo de movilidad, sobre la base de la ampliación y consolidación de las infraestructuras y actuaciones en curso, del desarrollo de nuevas infraestructuras y actuaciones, y de su combinación con las demás políticas activas de fomento de la movilidad ciclista desarrolladas por la Consejería de Fomento en el ámbito metropolitano de Sevilla.

2. Objetivos perseguidos y resultados previsibles.

El principal objetivo del proyecto es desarrollar una metodología para el diseño de la intermodalidad bicicleta-TP de aplicación general, y concretarla en la elaboración de un Plan Intermodal Bicicleta – Transporte Público para el Área Metropolitana de Sevilla, dado que dicho ámbito geográfico ha sido identificado como el idóneo para dicho desarrollo dentro de la Comunidad Autónoma Andaluza.

Conviene señalar que, aunque existen en castellano guías generales para el diseño de Planes de Movilidad Sostenible, así como manuales de propósito general para el desarrollo de infraestructuras ciclistas en ámbitos urbanos, que de un modo u otro contemplan el objetivo propuesto, sería la primera vez que se aborda el objetivo de elaborar una metodología específica para el desarrollo de la intermodalidad entre la bicicleta y el transporte público.

El objetivo general se desglosa en los siguientes apartados:

1. Identificación y análisis de las mejores prácticas de intermodalidad entre bicicleta y transporte público en el ámbito andaluz, español, europeo e internacional.
2. Diseño de una metodología para el análisis de la movilidad intermodal entre ciclistas y transporte público en el ámbito urbano y metropolitano con criterios de sostenibilidad que sirva de referencia para el desarrollo de planes de intermodalidad bicicleta-TP.
3. Diseño y desarrollo de un sistema de indicadores para la diagnosis y el seguimiento de los planes de intermodalidad entre la bicicleta y el transporte público en el ámbito metropolitano que evalúe su impacto socio-económico, energético y ambiental.
4. Diseño y desarrollo de una biblioteca de actuaciones y/o estrategias caracterizadas en base a determinados parámetros (población, tipología del territorio, modo de transporte público predominante, desarrollo de la red de vías ciclistas, coste,...) asociadas al transporte intermodal

entre bicicleta y transporte público, que sirva marco de referencia en la implantación de medidas específicas para cada territorio.

5. Identificación y análisis de las barreras, obstáculos y factores de éxito asociados a las estrategias de fomento de la intermodalidad bicicleta-TP.
6. Desarrollo de un análisis prospectivo de los impactos socio-económicos esperados como consecuencia del desarrollo de dichas estrategias, priorizando su capacidad de ahorro directo e indirecto tanto para los usuarios como para las administraciones públicas, así como su impacto en la dinamización económica y en la creación de empleo.
7. Hacer una evaluación y un análisis de las diferentes formas de intermodalidad bicicleta-TP en el Área Metropolitana de Sevilla, cuantificando el volumen de esta intermodalidad, desde el punto de vista del usuario y del sistema de transporte público, en sus diferentes aspectos, investigando y caracterizando las infraestructuras u oferta de movilidad y la demanda de movilidad en relación al perfil de los usuarios, sus motivaciones, sus principales necesidades y deseos.
8. A partir de dicho análisis, identificar las oportunidades de desarrollo de esta forma de intermodalidad y su posible impacto en la movilidad global metropolitana, incluyendo una perspectiva de sus posibilidades de crecimiento en función de los diferentes escenarios y estimando su posible contribución al ahorro energético y de emisiones de gases de efecto invernadero.
9. Finalmente, a partir de los análisis anteriores, estudiar las diferentes posibilidades de desarrollo de la intermodalidad bicicleta-TP desde el punto de vista de su coste económico y de su impacto en la consecución de los objetivos generales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, reducción de costes asociada (análisis coste-beneficio) y promoción del empleo.

3. Aspectos innovadores y justificación del proyecto.

Se trata de un proyecto pionero, que pretende abrir una nueva línea de investigación en Andalucía, relacionada con el fomento de la movilidad sostenible desde un punto de vista integral, en conexión con la “triple alianza” de los modos sostenibles: a pie, en bicicleta y en transporte público.

La intermodalidad bicicleta-TP es una parte esencial del desarrollo de esta triple alianza, que hace de eslabón entre la movilidad activa (peatonal y ciclista) de corta distancia y la movilidad en transporte público de larga distancia. Este eslabón resulta imprescindible, como ya hemos explicado, para el desarrollo de un transporte público viable a escala metropolitana, especialmente en las áreas residenciales de baja densidad de población.

El proyecto impacta directamente en el desarrollo de formas de movilidad intermodal no desarrolladas todavía en nuestra Comunidad o desarrolladas de forma aún muy embrionaria: sistemas “*bike on board*” y “*bike and ride*”; sistemas de bicicletas públicas y sistemas de préstamo de bicicletas en estación.

La medición y la planificación de estos nuevos tipos de movilidad plantean problemas teóricos y prácticos no resueltos todavía, que es preciso abordar y resolver mediante metodologías apropiadas que están por desarrollar en nuestro entorno.

Queremos destacar que el proyecto presentado no se limita al análisis desde el punto de vista estricto de la movilidad, sino que, como puede verse en sus objetivos, considera además el impacto socio-económico de sus propuestas. El desarrollo de la intermodalidad bicicleta-TP supone la introducción de un nuevo servicio en conexión con las infraestructuras de transporte, sustentado en unas tecnologías aún poco

desarrolladas en Andalucía, cuyo impacto en la creación de empleo a través tanto de las administraciones públicas como de las iniciativas empresariales a que dé lugar nos proponemos analizar.

Asimismo, el proyecto se adecúa a las directrices del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA) y del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAUS) que establecen numerosas directrices y normativas para promover el transporte a pie y en bicicleta. En relación directa con los objetivos de este Proyecto se establecen directrices para:

- Promover “un sistema de transporte multimodal e integral basado en los servicios de transporte público y el fomento de los desplazamientos en medios no motorizados (en bicicleta y a pie)” (POTA, página 69).
- Posibilitar “la intermodalidad de la bicicleta con otros modos de transporte, preferentemente metro y ferrocarril” (POTAUS, página 87).

